

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-204443

(P2003-204443A)

(43) 公開日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 4 N 1/60		G 0 6 T 1/00	5 1 0 2 C 2 6 2
B 4 1 J 2/525		H 0 4 N 1/40	D 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 1 0	1/46	Z 5 C 0 7 7
H 0 4 N 1/46		B 4 1 J 3/00	B 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-2061 (P2002-2061)

(22) 出願日 平成14年1月9日 (2002.1.9)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 荒井 佳文

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100097490

弁理士 細田 益稔

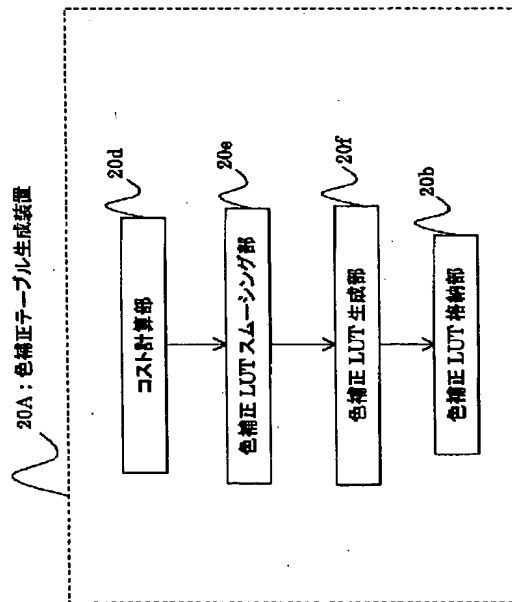
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色補正テーブル生成方法、画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、画像データの色補正における連続性を高めることができる色補正テーブルの生成方法、当該色補正テーブルを用いる画像処理装置、方法、プログラムおよび記録媒体を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明による画像処理装置は、色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための関数を用いて生成された色補正テーブルを用いて画像処理を行う。前記平滑化の程度を評価するための関数は、インク量ベクトルのねじれ量に基づく関数、仮想CMYにおけるねじれ量に基づく関数、目的のインク量から離れることに基づく関数、目的の仮想CMYから離れることに基づく関数、インク量制限を満たさないことに基づく関数、インク量が負になったことに基づく関数およびインクの発生に基づく関数を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色補正テーブルを生成する方法。

【請求項 2】 色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色補正テーブルを用いて画像処理を行う画像処理装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、色補正テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、仮想 CMY におけるねじれ量に基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 5】 請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記インク量空間と前記 3 次元化された仮想 CMY 空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行える画像処理装置。

【請求項 6】 請求項 2 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 7】 請求項 2 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想 CMY からの離れ程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 8】 請求項 2 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、インク量制限をこえる程度に基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 9】 請求項 2 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 10】 請求項 2 乃至 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有している画像処理装置。

【請求項 11】 色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色補正テーブルを用いて画像処理を行う画像処理方法。

【請求項 12】 色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色補正テーブルを用

いて画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 13】 請求項 12 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像データの色補正の連続性を高めることが可能な色補正テーブルの生成方法、当該色補正テーブルを用いる画像処理装置、方法、プログラムおよび記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】スキャナ、モニタ、プリンタ、プロジェクタなどの色再現装置では、自己発光か反射かの違いや、階調表現法の違い、用いる原色の違いなどによって色再現特性が異なるため、同じ RGB 値、または、CMY 値、あるいは、CMYK 値を入力しても再現される色が大きく異なる。したがって、異なる色再現装置で同じ色を再現するためには、色を装置の特性とは無関係に表現できる装置非依存 (Device-Independent) の空間で表し、その空間で同じになるように実際のインク量や、モニタ RGB 値などを決定するいわゆる色管理 (Color Management) を行う必要がある。

【0003】例えば、カラープリンタの場合、スキャナ、プリンタ、モニタなどの RGB 値が国際規格である sRGB 値であるという仮定のもとに、規格に従って計算される Lab 値を計算し、プリンタで再現可能な色の内で最もその Lab 値に近い値を持つような色を再現するためのインクの組み合わせに色変換する。そして予め定められた RGB の格子間隔でこの変換を行い、RGB 値からインク量の色変換を行う色補正テーブル (LUT) を予め作成し、プリンタドライバなどに搭載することで、所望の色を再現できるようにするのが一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般にプリンタの色再現特性は入力 RGB 値に対してどのようなインクの組み合わせを使うか (以下これを「分版」と呼ぶ) の特性によって決定される。この分版は様々な条件を満たすように設計されることから、多くの場合インク量の不連続な変化が伴う。したがって、この分版特性を使ってそのまま作成された色補正テーブルも必ずインク量が不連続に変化する部分が存在し、階調がたつく原因になる。また、格子にたつきが存在すると、格子内のデータを求める際に行う線形補間において大きな誤差が発生するため、こうした場合には、色のねじれなども生じる。

【0005】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、分版特性のがたつきを修正し、色補正テーブルの連続性を高めることによって、出力される画像の色ねじれや、トーンジャンプを極力抑えることのできる色補正テーブルの生成方法、当該色補正テーブルを用いる画像処理装置、方法、プログラムおよび記録媒体を

提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題に鑑み、請求項1に記載の発明は色補正テーブル生成方法であって、色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて色補正テーブルを生成するように構成される。

【0007】請求項2に記載の発明は画像処理装置であって、色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色補正テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

【0008】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、色補正テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量に基づく評価関数を有して構成される。

【0009】ここで、「色補正テーブルによる変換前後のインク量ベクトルのねじれ量」とは、色補正テーブルの入力値(RGB)で表される各グリッドに対応する変換後のインク量で表されるインク量空間において、隣接する全グリッド間でのインク量ベクトルから定義されるねじれ量である。

【0010】請求項4に記載の発明は、請求項2または3に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、仮想CMYにおけるねじれ量に基づく評価関数を有して構成される。

【0011】ここで、「仮想CMYにおけるねじれ量」とは、インク量に関するI次元空間(Iはインク数)から線形結合によって三次元化された空間(仮想CMY空間)における前記隣接する全グリッド間での3次元ベクトルから定義されるねじれ量である。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項2乃至4のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記インク量空間と前記3次元化された仮想CMY空間の両方でねじれを補正することによって、次元圧縮前後の空間の連続性を保持しつつねじれ補正を行えるように構成される。

【0013】請求項6に記載の発明は、請求項2乃至5のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的のインク量からの離れ程度に基づく評価関数を有して構成される。

【0014】請求項7に記載の発明は、請求項2乃至6のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、目的の仮想CMYからの離れ程度に基づく評価関数を有して構成される。

【0015】請求項8に記載の発明は、請求項2乃至7のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量制限をこえる程度に基づく評価関数を有して構成される。

【0016】請求項9に記載の発明は、請求項2乃至8

のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インク量が負になったことに基づく評価関数を有して構成される。

【0017】請求項10に記載の発明は、請求項2乃至9のいずれか一項に記載の画像処理装置であって、前記平滑化程度評価関数が、インクの発生に基づく評価関数を有して構成される。

【0018】ここで、「インクの発生に基づく評価関数」は、平滑化前の色補正テーブルにおいて元々インク量がゼロであった点にインクが発生していないかどうかを評価するための関数である。

【0019】請求項11に記載の発明は、色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色補正テーブルを用いて画像処理を行うように構成される。

【0020】請求項12に記載の発明は、色補正テーブルによる色変換後の各格子点データにおける平滑化の程度を評価するための平滑化程度評価関数を用いて生成された色補正テーブルを用いて画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【0021】請求項13に記載の発明は、請求項12に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読取可能な記録媒体である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0023】図1は、本発明の一実施形態にかかる色補正テーブル生成装置の機能ブロック図であり、図3は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

【0024】ハードウェア構成

図2は、これら色補正テーブル生成装置および画像処理装置の具体的ハードウェア構成例を概略ブロック図により示している。

【0025】当該実施形態においては、色補正テーブル生成装置および画像処理装置を実現するハードウェアの一例としてコンピュータシステムを採用している。図2は、同コンピュータシステムをブロック図により示している。本コンピュータシステムは、画像入力デバイスとして、スキャナ11aとデジタルスチルカメラ11bとビデオカメラ11cとを備えており、コンピュータ本体12に接続されている。それぞれの入力デバイスは画像をドットマトリクス状の画素で表現した画像データを生成してコンピュータ本体12に出力可能となっており、ここで同画像データはRGBの三原色においてそれぞれ256階調表示することにより、約1670万色を表現可能となっている。

【0026】コンピュータ本体12には、外部補助記憶装置としてのフロッピー（登録商標）ディスクドライブ

13aとハードディスク13bとCD-ROMドライブ13cとが接続されており、ハードディスク13bにはシステム関連の主要プログラムが記録されており、フロッピーディスクやCD-ROMなどから適宜必要なプログラムなどを読み込み可能となっている。また、コンピュータ本体12を外部のネットワークなどに接続するための通信デバイスとしてモデム14aが接続されており、外部のネットワークに同公衆通信回線を介して接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入可能となっている。この例ではモデム14aにて電話回線を介して外部にアクセスするようにしているが、LANアダプタを介してネットワークに対してアクセスする構成とすることも可能である。この他、コンピュータ本体12の操作用にキーボード15aやマウス15bも接続されている。

【0027】さらに、画像出力デバイスとして、ディスプレイ17a、カラープリンタ17bおよびプロジェクタ17cを備えている。ディスプレイ17aについては水平方向に800画素と垂直方向に600画素の表示エリアを備えており、各画素毎に上述した1670万色の表示が可能となっている。この解像度は一例に過ぎず、640×480画素であったり、1024×768画素であるなど、適宜、変更可能である。

【0028】また、カラープリンタ17bはインクジェットプリンタであり、CMYKの四色の色インクを用いてメディアたる印刷用紙上にドットを付して画像を印刷可能となっている。画像密度は360×360dpiや720×720dpiといった高密度印刷が可能となっているが、階調表現については色インクを付すか否かといった2階調表現となっている。一方、このような画像入力デバイスを使用して画像を入力しつつ、画像出力デバイスに表示あるいは出力するため、コンピュータ本体12内では所定のプログラムが実行されることになる。そのうち、基本プログラムとして稼働しているのはオペレーティングシステム(OS)12aであり、このオペレーティングシステム12aには、ディスプレイ17aでの表示を行わせるディスプレイドライバ(DSP DRV)12bと、カラープリンタ17bに印刷出力を行わせるプリンタドライバ(PRT DRV)12cと、プロジェクタ17cでの表示を行わせるプロジェクタドライバ12d(図示せず)が組み込まれている。これらのドライバ12b、12cおよび12dはディスプレイ17a、カラープリンタ17bおよびプロジェクタ17cの機種に依存しており、それぞれの機種に応じてオペレーティングシステム12aに対して追加変更可能である。また、機種に依存して標準処理以上の付加機能を実現することもできるようになっている。すなわち、オペレーティングシステム12aという標準システム上で共通化した処理体系を維持しつつ、許容される範囲内での各種の追加的処理を実現できる。

【0029】このようなプログラムを実行する前提として、コンピュータ本体12は、CPU12e、RAM12f、ROM12gおよびI/O12hなどを備え、演算処理を実行するCPU12eがRAM12fを一時的なワークエリアや設定記憶領域として使用したりプログラム領域として使用しながら、ROM12gに書き込まれた基本プログラムを適宜実行し、I/O12hを介して接続されている外部機器及び内部機器などを制御している。

10 【0030】ここで、基本プログラムとしてのオペレーティングシステム12a上でアプリケーション12dが実行される。アプリケーション12dの処理内容は様々であり、操作デバイスとしてのキーボード15aやマウス15bの操作を監視し、操作された場合には各種の外部機器を適切に制御して対応する演算処理などを実行し、さらには、処理結果をディスプレイ17aに表示したり、カラープリンタ17bに出力したりすることになる。

20 【0031】かかるコンピュータシステムでは、画像入力デバイスであるスキャナ11aなどで画像データを取得し、アプリケーション12dによる所定の画像処理を実行した後、画像出力デバイスとしてのディスプレイ17a、カラープリンタ17bやプロジェクタ17cに表示出力することが可能である。

30 【0032】本実施形態においては、画像処理装置をコンピュータシステムとして実現しているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とするわけではなく、同様の画像データに対して本発明による画像処理が必要なシステムであればよい。例えば、デジタルスチルカメラ内に本発明による画像処理を行う画像処理装置を組み込み、画像処理された画像データを用いてカラープリンタに印字させるようなシステムであっても良い。また、コンピュータシステムを介することなく画像データを入力して印刷するカラープリンタにおいては、スキャナやデジタルスチルカメラまたはモデム等を介して入力される画像データに対して自動的に本発明による画像処理を行って印刷処理するように構成することも可能である。

40 【0033】この他、カラーファクシミリ装置、カラーコピー装置、プロジェクタといった画像データを扱う各種の装置においても当然に適用可能である。

【0034】画像処理制御プログラム

本発明による画像処理制御プログラムは、通常、コンピュータ12が読取可能な形態でフロッピーディスク、CD-ROMなどの記録媒体に記録されて流通する。当該プログラムは、メディア読取装置(CD-ROMドライブ13c、フロッピーディスクドライブ13aなど)によって読み取られてハードディスク13bにインストールされる。そして、CPUが所望のプログラムを適宜ハードディスク13bから読み出して所望の処理を実行するように構成されている。なお、本発明による画像処理

制御プログラム自体も本願発明の一部を構成する。

【0035】色補正テーブル生成装置

図1に示す色補正テーブル生成装置20Aは、CMY画像データをCMYKcm画像データに変換する際、画像データの色補正の連続性を高めることが可能な色補正テーブルを生成する。ここで、Cはシアン、Mはマゼンタ、Yはイエロー、Kはブラック、cはライトシアン、mはライトマゼンタである。

【0036】図1において、色補正テーブル生成装置20Aは、コスト計算部20dと、色補正テーブル(LUT)スムージング部20eと、色補正テーブル(LUT)生成部20fと、色補正テーブル(LUT)格納部20bとを備えて構成される。これら各構成部分の処理の詳細に関しては後述する。

【0037】以下、図5乃至図7を参照して、図1に示す色補正テーブル生成装置20Aによって行われる色補正テーブル生成処理プログラムを説明する。

【0038】図5に、CMY画像データをCMYKcm画像データに変換する色補正テーブル生成装置による処理を説明するためのフローチャートを示す。

【0039】各コストの計算処理(S22)

図5に示すように、まず色補正テーブル生成装置20Aのコスト計算部20dが、色補正テーブルによる色変換後の各格子点(グリッド)のデータにおける平滑化の程度を評価するための関数(以下、「評価関数」と称する)Eの各コストの計算処理を行う(S22)。以下、評価関数Eに関して詳細に説明する。

(1) 評価関数EはLUT内のあるグリッドに対して、各条件を満たすことで、より小さな値をとり得るように設計する。例えばインク量に対してスムージングをする場合、下式のように、各条件により設計されるコスト項*

$$E_c = \begin{cases} W_1' \cdot (M \cdot X - Y_T) \\ |W_2 \cdot (M \cdot X - Y_T)|^2 \end{cases} \dots (2)$$

ここで、 E_c は、コスト(スカラー値)であり、 X は、要素数 X である列ベクトルであり、 M は、 $Y \times X$ の行列で、ベクトル X をコストの対象となる要素数 Y のベクトル $Y=M \cdot X$ へと変換する変換行列であり、 Y_T は、要素数 Y である列ベクトルであり、 W_1 は、要素数 Y の列ベクトルで、ベクトル $Y-Y_T$ の各要素へのコストに対する重みを表すベクトルであり、 W_2 は、 $Y \times Y$ の対角行列で、ベクトル $Y-Y_T$ の各要素へのコストに対する重みを表す行列であり、 t は転置を表している。

【0044】以下の説明において、式(2)の第1式を1次式形式、第2式を2次式形式と称する。

(3) インク量ベクトルのねじれ量のコスト E_{it} (インク量ベクトル空間)

あるグリッド p と隣接するグリッドを p_r (以下、「参照

」の和として表される。

【0040】

$$E = E_{it} + E_{vt} + E_s + E_v + E_d + E_n + E_{ob} + \dots \quad (1)$$

ここで、 E_{it} は、インク量ベクトルのねじれ量のコストであり、 E_{vt} は、仮想CMYでのねじれ量のコストであり、 E_s は、目的のインク量から離れることでのコストであり、 E_v は、目的の仮想CMYから離れることでのコストであり、 E_d は、インク量制限を満たさない場合のコストであり、 E_n は、インク量が負になった場合のコストであり、 E_{ob} は、インクの発生に関するコストである。

【0041】 E_{it} および E_{vt} は、隣接するグリッド間のねじれに関するコストであり、これらのコストを小さくすることによって、CMYからCMYKcmに変換する際の隣接グリッド間のねじれを小さくして画像データの色補正による連続性を高めることができる。また、 E_s および E_v は、スムージング前後におけるインク量ベクトルの差から生じるコストであり、同一グリッドの時間的変化によるインク量のベクトル差に関するコストである。さらに、 E_d 、 E_n および E_{ob} は、所定の制限を越えないようにするためのコストである。

【0042】以下で、各項について詳細に説明する。ただし、全ての項を必ずしも用いる必要はなく、必要に応じて使用する項を選択できる。また、式(1)はインク量ベクトルに対してスムージングを行う例であり、その他のベクトル(例えば、 Lab や XYZ 、CMY、その他のさまざまな空間のベクトル)に対しても同様に適応できる。

(2) 評価関数Eの各項の一般形

あるベクトル X に対する評価関数のコスト項 E_c は、一般的に下式のように表す。

【0043】

【数1】

グリッド」と称する)とする。また、グリッド p と隣接する、グリッド p_r とは別のグリッドを p_c (以下「遷移グリッド」と称する)とし、さらに、グリッド p 、 p_r の位置関係と同じ位置関係を p_c となすグリッドを p_{cr} とする。ここで、それぞれのグリッド p 、 p_r 、 p_c 、 p_{cr} が保持するインク量ベクトルをそれぞれ、 I_p 、 I_{p_r} 、 I_{p_c} 、 $I_{p_{cr}}$ とする。

【0045】これらのグリッドの位置関係と、それぞれのグリッドが保持するインク量ベクトルを図7に示す。図7において、 I_{pr} と I_p の差ベクトルが、 I_{ptr} と I_{pt} の差ベクトルに遷移したと考え、「遷移前後の差ベクトルの変位量」は、両差ベクトルの差ベクトルとして表せる。また、遷移距離を、 I_{pt} と I_p の差ベクトルの大きさと考えると、「遷移前後の差ベクトルの変位量」を遷移

距離で除算することにより、「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」を求めることができる。この「単位遷移距離あたりの、遷移前後の差ベクトルの変位量」の大きさの2乗を、グリッドpに隣接する全てのグリッドpr及び、ptに関して加算することにより、グリッドpにおけるインク量ベクトルのねじれ量と定義＊

$$E_{it} = \sum_{r=1}^T \sum_{p=1}^R \left| \frac{\mathbf{I}_p + \mathbf{I}_{pr} - \mathbf{I}_{pr} - \mathbf{I}_{pt}}{D_t} \right|^2 \quad \dots (3)$$

式(3)において、tは、あるptであり、Tは、ptの数であり、rは、あるprであり、Rは、prの数であり、Dtは、tにおける遷移距離である。

【0048】コストEitが小さいほど、インク量のねじれ量を小さくできる。

【0049】ここで、式(3)を式(2)の第2式に照らし合わせると、インク量ベクトルを他の空間のベクトルに変換する必要がないため、Mは単位ベクトルとなり省略できる。また、各要素に重みをかけていないので、Wtも単位ベクトルとなり省略できる。XtはIptであり、YtはIpt - Ipt - Iptである。1/Dt²は、あるtでは定数であるため、式(2)の第2式と式(3)とは同じ形をしている。

(4) 仮想QMYでのねじれ量のコストE_{vt}。
通常、インク量への変換はRGBやQMYの3次元空間から行われるため、インク量空間だけでねじれを補正してしまうと元々の3次元空間であるRGB、または、QMY空間とインク数分の次元数Iを有するインク量空間との変換関係が非線形に変わってしまう可能性がある。この崩れを最小限に抑えるために、インク量の線形結合で定義される＊

$$E_{vt} = \sum_{r=1}^T \sum_{p=1}^R \left| \frac{\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p + \mathbf{V}_{pr} - \mathbf{V}_{pr} - \mathbf{V}_{pt}}{D_{vt}} \right|^2 \quad \dots (4)$$

ここで、D_{vt}は、tにおける遷移距離で、グリッドp、ptにおける仮想QMYベクトルの差ベクトルの大きさである。

【0052】ここで、式(4)を式(2)第2式と照らし合わせると、式(3)の場合と同様に、両者は同じ形をしていることが分かる。

(5) 目的のインク量から離れることでのコストE_s。
グリッドpにおけるインク量ベクトルI_pは、インク量ベ

$$E_s = \left| \mathbf{W}_s \cdot (\mathbf{I}_p - \mathbf{I}_T) \right|^2 \quad \dots (5)$$

式(5)においても、式(2)の第2式と同じ形であることが確認できる。

【0054】理想的なインク量ベクトルI_Tが予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近いインク量ベクトルか、別のターゲットとしてのインク量ベクトルを考えることになる。

$$E_v = \left| \mathbf{W}_v \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{V}_T) \right|^2 \quad \dots (6)$$

＊する。ただし、pr及びptは、pに隣接してさえいれば、同一グリッドであってもかまわない。

【0046】このインク量ベクトルのねじれ量をコストとし、式(3)に示す。

【0047】

【数2】

＊3次元空間上でのねじれ量補正をインク量空間上での補正と同時にを行うとより好ましい結果が得られると考えられる。以下にインク量の線形結合で定義される3次元空間（以下仮想QMYと称す）でのねじれ量に基づくコストE_{vt}を定義する。

【0050】E_{vt}の場合と全く同様に、各グリッドにおいて、仮想QMYベクトルを保持していると考えられる。このとき、グリッドp、pr、pt、およびptにおいて保持する仮想QMYベクトルを、V_p、V_{pr}、V_{pt}、およびV_{pt}とする。ここで、仮想QMYベクトルは、適当な結合係数により、インク量ベクトルの要素を線形結合したものである。式(3)のIをVに置き換え、インク量ベクトルから仮想QMYベクトルへの3×Iの変換行列K (V_p=K・I_p)により、仮想QMYによるねじれ量のコストE_{vt}は、式(4)として表せる。ただし、Iはインク量ベクトルの要素数である。

【0051】

【数3】

★クトルI_Tを理想的な（目的の）ベクトルであるとする。I_pとI_Tの差ベクトルの大きさが大きくなるほどコストが大きいと考えられる。このコストをE_sとし式(5)に示す。ただし、W_sはI×Iの対角行列で、インク量ベクトルの各要素に対する重み行列である。

【0053】

【数4】

☆(6) 目的の仮想QMYから離れることでのコストE_v。
グリッドpにおける仮想QMYベクトルV_pは、仮想QMYベクトルV_pを理想的なベクトルであるとし、式(5)と同様に、変換行列Kを用いて、E_vは式(6)のように表す。

【0055】

【数5】

ただし、 W_{d1} は 3×3 の対角行列で、仮想CMYベクトルの各要素に対する重み行列である。やはり、式(6)も式(2)の第2式と同じ形である。

【0056】この V_r も I_r と同様に、理想的な仮想CMYベクトルが予め分かっていることは不可能であり、理想状態により近い仮想CMYベクトルか、別のターゲットとしての仮想CMYベクトルを考えることになる。

(7) インク量制限を満たさない場合のコスト E_d

さまざまなインク量ベクトル要素の組み合わせに対し

て、それらのインク量の合計がある制限値を超えること*10

$$E_d = \begin{cases} W_{d1}^t \cdot (N \cdot I_p - D_L) \\ |W_{d2} \cdot (N \cdot I_p - D_L)|^2 \end{cases} \dots (7)$$

ここで、 W_{d1} は要素数Dの列ベクトル、 W_{d2} は要素数D×Dの対角行列で、いずれも重みを表す重みベクトル及び、重み行列である。このとき、 W_{d1} 、 W_{d2} の各重み要素は、 D_L と D_L の差ベクトルの要素の正負により0を取り得る。ただし、Dは組み合わせベクトルの要素数である。

【0059】式(7)は、1次式形式と2次式形式があり、利用する場合いずれかを選択する。また、式(7)を *

$$E_n = \begin{cases} W_{n1}^t \cdot I_p \\ |W_{n2} \cdot I_p|^2 \end{cases} \dots (8)$$

ただし、 W_{n1} は要素数Iの重みベクトル、 W_{n2} は $I \times I$ の対角行列で、重み行列である。 W_{n1} 、 W_{n2} のそれぞれの重み要素は、インク量ベクトル I_p の各要素が負の値の場合、負の大きさを有する。

【0061】式(8)も、1次式形式と2次式形式のいずれかを選択する。また、式(8)を式(2)と比較すると、1次式形式、2次式形式ともに、省略できる部分はあるものの同じ形をしていることが確認できる。

$$E_{ob} = \begin{cases} W_{ob1}^t \cdot I_p \\ |W_{ob2} \cdot I_p|^2 \end{cases} \dots (9)$$

ただし、 W_{ob1} は要素数Iの重みベクトル、 W_{ob2} は $I \times I$ の対角行列で、重み行列である。 W_{ob1} 、 W_{ob2} のそれぞれの重み要素は、インク量ベクトル I_p のある要素が正で、かつ、本来ならば正の値を持ってはいけない場合に、正の値をとる。

【0063】式(9)も、1次式形式、2次式形式のいずれかを選択する。また、式(9)を式(2)と比較すると、1次式形式、2次式形式ともに、省略できる部分はあるものの同じ形をしていることが確認できる。

【0064】以上(1)～(9)において各コストを計算した後、以下のスムージング処理が行われる。

【0065】スムージング処理(S24)

*によるコストである。インク量をあまり多くすると、インクがにじみ好ましくないために評価対象としている。

【0057】このとき、インク量ベクトル I_p から、インクの組み合わせの合計を表すベクトル(以下、組み合わせベクトル) D_L への変換行列を N ($D_L = N \cdot I_p$)とし、その制限値を収めたベクトルを D_L とすると、 D_L と D_L の差ベクトルの各要素が、正である場合コストが発生すると考える。これを式で表すと式(7)になる。

【0058】

【数6】

※式(2)と比較すると、1次式形式、2次式形式ともに、同じ形をしていることが確認できる。

(8) インク量が負になった場合のコスト E_n

インク量ベクトル I_p の各要素が負である場合にコストが大きくなるとする。これを式(8)に示す。

【0060】

【数7】

★(9) インクの発生に関するコスト E_{ob}

インク量ベクトル I_p のある要素が正の値を保持してはならない場合に、それに反する時に発生するコストである。インクの発生が早くなるとドットの視認性が良くなり粒状感が悪くなるので、当該コストを評価対象とする。これを式(9)に示す。

【0062】

【数8】

図5に示すように、次に、色補正テーブル生成装置20Aの色補正LUTスムージング部20eが、以下で詳細に説明するスムージング処理(評価関数Eを最小にする I_p の計算処理)を行う(S24)。

(1) グリッドpにおけるLUTスムージングの概要

グリッドpにおいてLUTをスムージング(平滑化)することは、式(1)の評価関数Eを最小にするによって行われる。式(1)の評価関数Eを最小にする任意の方法を用いることができるが、当該実施形態では以下の方法を用いる。

【0066】式(1)における各項は式(3)～式(9)の和の形で示される。つまり、評価関数Eの全ての項は I_p の各

要素を含み、それらの要素に対して最大2次で表される。さらに、2次の場合、1次の2乗であり、必ず下に凸の関数であることが分かる。すなわち、Eを I_0 の各要素について偏微分した関数をゼロベクトルと等しくする I_0 により、評価関数Eは最小値を取り得る。

【0067】上記のように、式(3)～式(9)は全て式(2) *

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \left(\frac{\partial E_c}{\partial X_1} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_x} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_X} \right)^T \\ &= \begin{cases} (\mathbf{W}_1^T \cdot \mathbf{M}) \\ 2(\mathbf{W}_2 \cdot \mathbf{M})^T \cdot \mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \end{cases} \end{aligned} \quad \dots (10)$$

ここで、Aは要素数Xの列ベクトルで、各要素は E_c をXの各要素 X_x で偏微分したものである。ただし、xはベクトルXの要素番号で $x=1, 2, \dots, X$ である。

(2) 評価関数Eの I_0 の要素による偏微分

式(10)と同様に、式(3)～式(9)を I_0 の各要素で偏微分すると以下ようになる。ここで、 A_{E_c} 、 A_{E_d} 、 A_{E_s} 、 A_{E_v} 、 A_{E_a} 、 A_{E_o} は、それぞれ E_{c_i} 、 E_{d_i} 、 E_{s_i} 、 E_{v_i} 、 E_{a_i} 、 E_{o_i} を I_0 の各要素 $I_{0,i}$ で偏微分することにより求まる要素数Iの列ベクトルを示す。ただし、iはベクトル I_0 の要素番号で、 $i=1, 2, \dots, I$ である。

【0069】

【数10】

*と同じ形となる。ここで、式(2)を用いて評価関数Eの各項を I_0 (式(2)の場合はX)の各項で偏微分する場合の一般形式を示す。式(2)をXの各項で偏微分した場合を式(10)に示す。

【0068】

【数9】

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_c} &= \left(\frac{\partial E_c}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I \frac{2}{D_i^2} (\mathbf{I}_p + \mathbf{I}_{p2} - \mathbf{I}_{p1} - \mathbf{I}_{pI}) \end{aligned} \quad \dots (12)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_d} &= \left(\frac{\partial E_d}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_d}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_d}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I \frac{2}{D_{d,i}^2} \mathbf{K}^T \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p + \mathbf{V}_{p2} - \mathbf{V}_{p1} - \mathbf{V}_{pI}) \end{aligned} \quad \dots (13)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_s} &= \left(\frac{\partial E_s}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_s}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_s}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= 2\mathbf{W}_s^T \cdot (\mathbf{I}_p - \mathbf{I}_T) \end{aligned} \quad \dots (14)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_v} &= \left(\frac{\partial E_v}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_v}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_v}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= 2(\mathbf{W}_v \cdot \mathbf{K})^T \cdot \mathbf{W}_v \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{V}_T) \end{aligned} \quad \dots (15)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_a} &= \left(\frac{\partial E_a}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_a}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_a}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= \begin{cases} (\mathbf{W}_{a1}^T \cdot \mathbf{N}) \\ 2(\mathbf{W}_{a2} \cdot \mathbf{N})^T \cdot \mathbf{W}_{a2} \cdot (\mathbf{N} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{D}_T) \end{cases} \end{aligned} \quad \dots (16)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_o} &= \left(\frac{\partial E_o}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_o}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_o}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= \begin{cases} \mathbf{W}_{o1} \\ 2\mathbf{W}_{o2}^T \cdot \mathbf{I}_p \end{cases} \end{aligned} \quad \dots (17)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{E_{oa}} &= \left(\frac{\partial E_{oa}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{oa}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{oa}}{\partial I_{pI}} \right)^T \\ &= \begin{cases} \mathbf{W}_{oa1} \\ 2\mathbf{W}_{oa2}^T \cdot \mathbf{I}_p \end{cases} \end{aligned} \quad \dots (18)$$

40 式(12)～式(18)の合計が評価関数Eを I_0 の各要素で偏微分することにより得られるベクトルとなる。このベクトルがゼロベクトルであるとして I_0 について解くと、Eを最小にする I_0 を求めることができる。すなわち、

【0070】

【数11】

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(\mathbf{I}_p) &= \mathbf{A}_{E_c} + \mathbf{A}_{E_d} + \mathbf{A}_{E_s} + \mathbf{A}_{E_v} + \mathbf{A}_{E_a} + \mathbf{A}_{E_o} + \mathbf{A}_{E_{oa}} \\ &= \mathbf{0} \end{aligned} \quad \dots (19)$$

を I_0 について解くことを意味する。ただし、fはEを I_0 の各要素で偏微分して得られるベクトルを関数の形

で表したものであり、 $\mathbf{0}$ はゼロベクトルを表す。式(19)の第1式右辺の各項は、評価関数である式(1)において

選択した項に対応する項だけを使用する。

【0071】以上のようにして、色補正LUTスムーシング部20eが、評価関数Eを最小にするI_oを求めて、当該スムーシング処理を終了する。

【0072】LUT全体のスムーシング処理(S25)図5に示すように、次に、色補正テーブル生成装置20Aの色補正LUTスムーシング部20eが、以下で詳細に説明するLUT全体のスムーシング処理を行う(S25)。

【0073】LUT全体のスムーシング処理を行うのに、グリッドp以外のグリッドにおいて保持しているインク量ベクトルを変化させずにI_oのみを補正すれば良い場合、上記の方法により最適なI_oを求めることができ *

$$I_p^{n+1} = g(\dots, I_{p-1}^n, I_p^n, I_{p+1}^n \dots)$$

全てのグリッドにおいて、状態nから状態n+1に補正された場合、各々のグリッドにおいてコストEが、必ずしも小さくなるとは限らない。なぜならば、式(20)のように、状態nにおけるコストEに基づき、各々のグリッドに関して状態n+1のインク量ベクトルを求めているため、式(20)を求めるにあたって、状態n+1のコストEは考慮されていないからである。すなわち、コストを小さくすることが目的であるため、大半のグリッドは状態nのコストより、状態n+1のコストの方が小さくなると予想されるが絶対ではない。そこで、①全て式(20)により補正(S40)、②コストが大きくなる補正をせず(S54)、または③アニーリング法(S56)によりある程度小さいコストの増加を許容して補正する。

【0076】次に、図6に示すフローチャートを参照して、図5のS25に示すLUT全体のスムーシング処理についてさらに詳細に説明する。

【0077】図6に示すように、S25におけるLUT全体のスムーシング処理が開始されると、式(20)のnに0(ゼロ)がセットされ(S30)、インク量ベクトルI:

【0078】

【数13】

$$I_p^n$$

(p=0, 1, ..., P-1)が入力される(S32)。ここで、Pはグリッド数を表す。

【0079】次に、n<Nであるか否かが判断され(S34)、n<Nの場合(S34、Y)には状態nにおけるグリッドpについてのコスト:

【0080】

【数14】

$$E_p^n$$

(p=0, 1, ..., P-1)の計算を行い(S36)、グリッドp(p=0, 1, ..., P-1)のある状態nでのインク量ベ

*る。しかし、実際にはLUT全体のスムーシング処理を行うのに、グリッドp以外のグリッドにおいて保持しているインク量ベクトルも補正しなければならない。そこで、各グリッドのインク量ベクトルを順次補正することを繰り返すことにより、LUT全体のスムーシングを行う。

【0074】グリッドpのある状態nでのインク量ベクトルを、次の状態へ補正すること(式(19)をI_oについて解くこと)をqで表すならば、その補正は一般に式(20)のように表される。

【0075】

【数12】

$$\dots (20)$$

クトルを式(20)を用いて求めて、変数CountをPにセットする(S38)。

【0081】ここで、Nはスムーシング回数を表し、状態nの最大値がN-1であることを示す。

【0082】そして、「すべてのグリッドを補正しない」という条件の場合(S40、N)、pを0(ゼロ)にセットし(S42)、p<Pであるか否かが判断される(S44)。

【0083】そして、「すべてのグリッドを補正する」という条件の場合(S40、Y)またはp<Pでない場合(S44、N)であって、Countが0(ゼロ)でない場合(S46、N)、n+1をnにセットしてアニーリング法用の確率変数パラメータを小さくして(S48)、S34に戻る。

【0084】一方、p<Pの場合(S44、Y)、状態n+1におけるグリッドpについてのコスト:

【0085】

【数15】

$$E_p^{n+1}$$

が計算され(S50)、

【0086】

【数16】

$$E_p^{n+1} < E_p^n$$

であるか否かが判断される(S52)。そして、状態n+1におけるグリッドpについてのコストが状態nにおけるグリッドpについてのコスト以上の場合(S52、N)には、「コストが小さくなければ補正しない」という条件か否かが判断され(S54)、S54において「コストが小さくなければ補正しない」という条件に合致しない場合(S54、N)、「アニーリング法を用いた補正を許可する」という条件か否かが判断される(S56)。

【0087】そして、「コストが小さくなければ補正し

17

ない」という条件にあてはまる場合（S54、Y）または「アニーリング法を用いた補正を許可しない」という条件の場合（S56、N）、状態nにおけるグリッドpについてのインク量ベクトル：

【0088】

【数17】

$$I_p^n$$

を、状態n+1におけるグリッドpについてのインク量ベクトル：

【0089】

【数18】

$$I_p^{n+1}$$

にセットするとともに、変数（Count-1）をCountにセットする（S60）。

【0090】そして、S60の後、または状態n+1におけるグリッドpについてのコストが状態nにおけるグリッドpについてのコストよりも小さい場合（S52、Y）、または「アニーリング法を用いた補正を許可する」という条件の場合（S56、Y）、（p+1）をpにセットして（S58）、S44に戻る。

【0091】一方、S34においてn<Nでない場合（S34、N）またはS46においてCountが0の場合（S46、Y）には、インク量ベクトル：

【0092】

【数19】

$$I_p^{n+1}$$

（p=0, 1, …, P-1）を出力して（S62）、処理を終了する。

【0093】そして、LUT全体のスムージング処理（S25）の後、図5のS26に戻り、色補正テーブルが生成され（S26）、当該生成された色補正テーブルが色補正LUT格納部20bに格納される（S28）。

【0094】以上のようにして、画像データの色補正の連続性を高めることが可能な色補正テーブルを生成することができる。

【0095】画像処理装置

図3において、画像処理装置20Bは、RGB画像入力データに対して所望の画像処理を施し、当該画像処理された画像データを画像出力装置30に出力する。

【0096】ここで、画像データはカラー画像を所定の要素色毎に色分解しつつ、その要素色毎に強弱を表したものであり、有彩色であって所定の比で混合したときにはグレイに代表される無彩色と黒色とからなる。

【0097】当該実施形態では、画像出力装置がC（シアン）M（マゼンタ）Y（イエロー）K（ブラック）c（ライトシアン）m（ライトマゼンタ）の6色のインクを使用するカラープリンタがRGBデータに基づき色再

18

現を行う場合について説明する。

【0098】画像処理装置20Bは、RGB画像データをCMY画像データに変換する色変換部20dと、色補正テーブル生成装置20Aによって生成された色補正テーブルを少なくとも格納している色補正LUT格納部20bと、色補正LUT選択部20cによって選択された色補正テーブル（LUT）を色補正LUT格納部20bから読み出し、当該読み出された色補正LUTを参照してCMYデータをCMYK_{cm}データに変換する色補正部20aと、を備えている。

【0099】次に、図4を参照して、画像処理装置20Bの動作について説明する。

【0100】図4に示すように、ユーザによって画像出力開始（ステップ70）が指示されるとともに、所定の色補正LUTが選択されると（ステップ72、Yes）、当該所定の色補正LUTが色補正LUT格納部20bから読み出され、RAM内に読み込まれる（ステップ74）。そして、当該色補正LUTを色補正部20aに組み込み（ステップ76）、3次元色補正LUTを参照して補間演算によって画像処理を行い、画像出力処理を行う（ステップ78）。

【0101】当該実施形態による画像処理装置によれば、ステップ72において色補正テーブル生成装置20Aによって生成された画像データの色補正の連続性を高めることが可能な色補正テーブルが選択されると、当該色補正テーブルを用いて色補正がなされるので、色補正後に階調がたつくことを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる色補正テーブル生成装置の機能ブロック図である。

【図2】本発明による色補正テーブル生成装置および画像処理装置の具体的なハードウェア構成例を示す概略ブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の機能ブロック図である。

【図4】画像処理装置20Bの動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】色補正テーブル生成装置による処理を説明するためのフローチャートである。

【図6】色補正テーブルのスムージング処理を説明するためのフローチャートである。

【図7】インク量のねじれ量ベクトルの定義を説明するための図である。

【符号の説明】

11a スキャナ

11b デジタルスチルカメラ

11c ビデオカメラ

12 コンピュータ本体

12a オペレーティングシステム

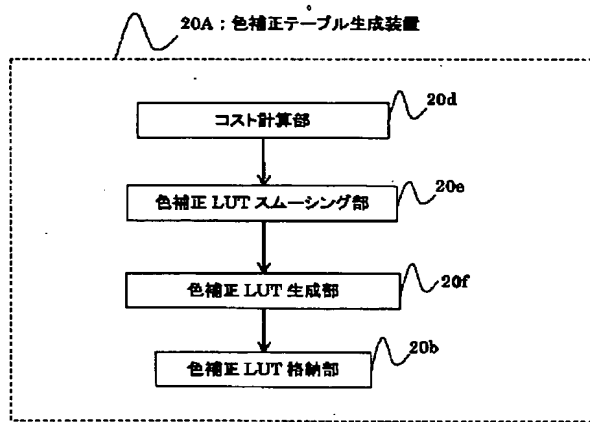
12b ディスプレイドライバ

19

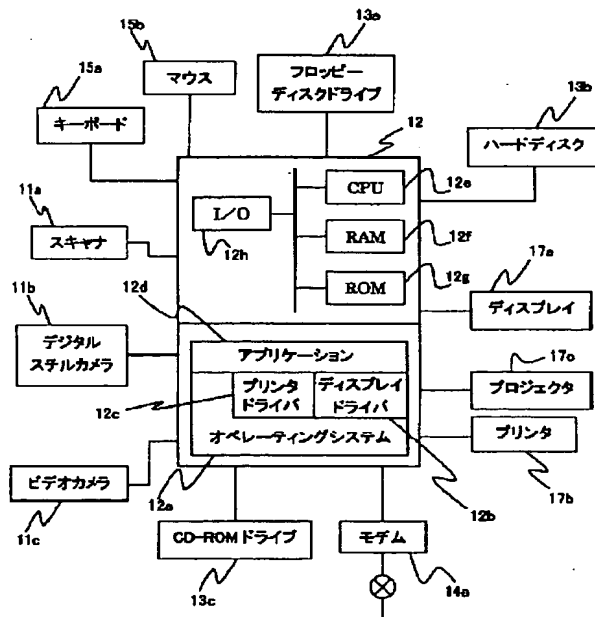
- 12c プリンタドライバ
- 12d アプリケーション
- 13a フロッピーディスクドライブ
- 13b ハードディスク
- 13c CD-ROMドライブ
- 14a モデム
- 15a キーボード
- 15b マウス
- 17a ディスプレイ
- 17b カラープリンタ

*10

【図1】



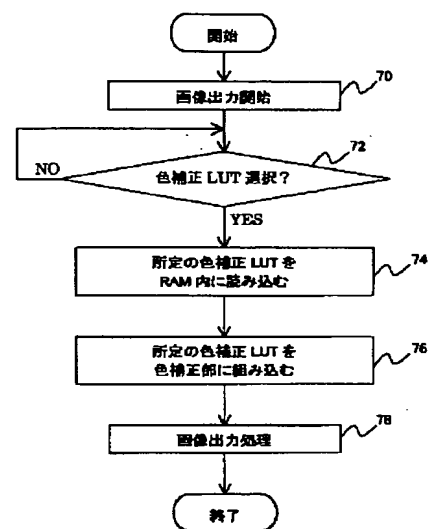
【図2】



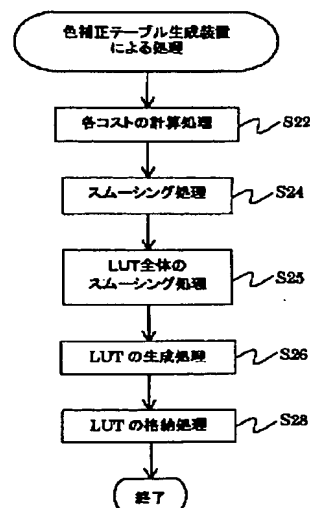
20

- *17c プロジェクタ
- 20A 第1色補正テーブル生成装置
- 20B 画像処理装置
- 20a 色補正部
- 20b 色補正LUT格納部
- 20c 色補正LUT選択部
- 20d コスト計算部
- 20e 色補正LUTスムージング部
- 20f 色補正LUT生成部

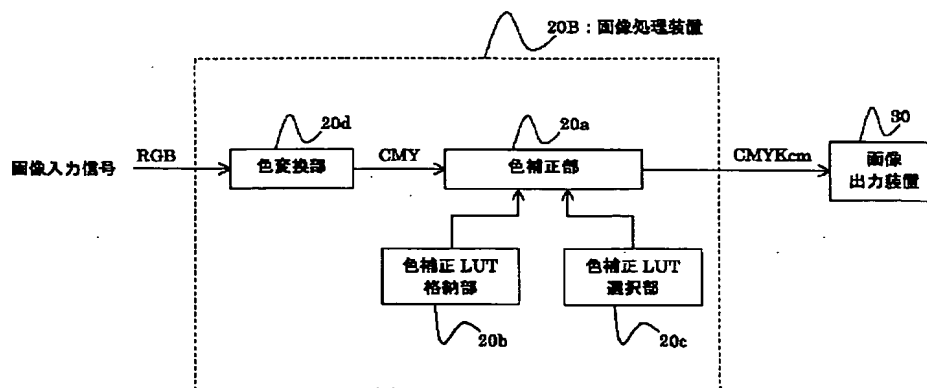
【図4】



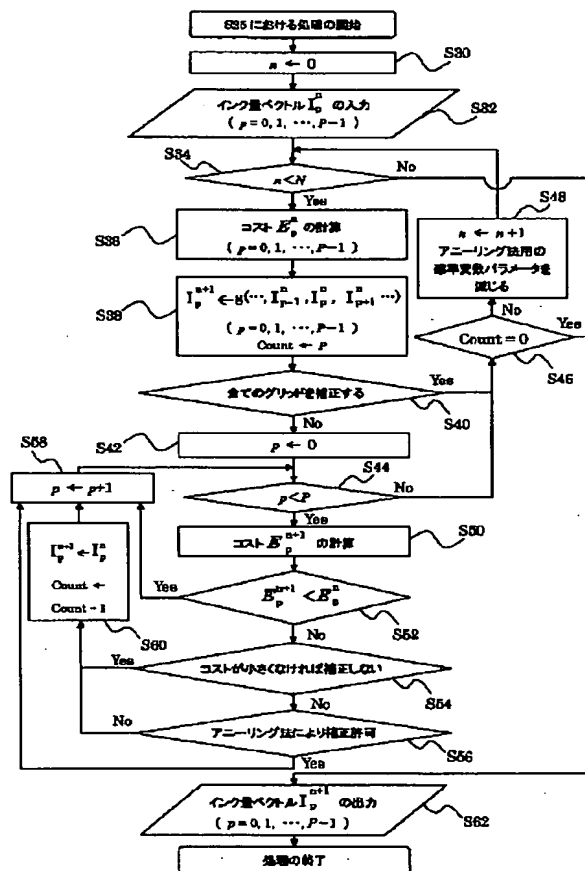
【図5】



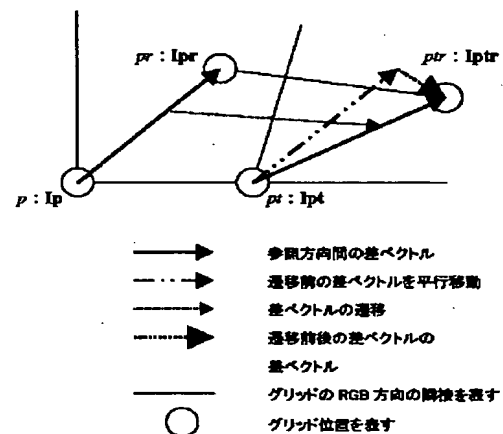
【圖3】



【図6】



【圖 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C262 AB11 AB13 BA01 BA02 BA15
BC01 BC11 BC19
5B057 AA11 CA01 CA08 CA12 CA16
CB01 CB08 CB12 CB16 CC01
CE05 CE17 CE18 CH07 CH08
5C077 LL19 MP08 PP32 PP33 PP37
PQ08 PQ12 PQ23 TT02
5C079 HB01 HB02 HB03 HB12 KA15
LB01 MA04 MA11 NA03 PA02
PA03

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] How to generate a color correction table using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[Claim 2] The image processing system which performs an image processing using the color correction table generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[Claim 3] The image processing system with which it is an image processing system according to claim 2, and said smoothing extent performance index has the performance index based on the amount of torsion of the amount vector of ink before and behind the conversion on a color correction table.

[Claim 4] The image processing system with which it is an image processing system according to claim 2 or 3, and said smoothing extent performance index has the performance index based on the amount of torsion in Imagination CMY.

[Claim 5] The image processing system which is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 4, can twist holding the continuity of the space before and behind dimension compression by amending torsion in both said amount space of ink, and said three-dimension-ized virtual CMY space, and can amend.

[Claim 6] The image processing system with which it is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 5, and said smoothing extent performance index has the performance index based on detached building extent from the target amount of ink.

[Claim 7] The image processing system with which it is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 6, and said smoothing extent performance index has the performance index based on detached building extent from the target imagination CMY.

[Claim 8] The image processing system with which it is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 7, and said smoothing extent performance index has the performance index based on extent which surpasses the amount limit of ink.

[Claim 9] The image processing system with which it is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 8, and said smoothing extent performance index has the performance index based on the amount of ink having become negative.

[Claim 10] The image processing system with which it is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 9, and said smoothing extent performance index has the performance index based on generating of ink.

[Claim 11] The image-processing approach of performing an image processing using the color correction table generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[Claim 12] The program for making a computer perform an image processing using the color correction table generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[Claim 13] The record medium in which reading [computer / which recorded the program according to claim 12] is possible.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the generation method, the image processing system using the color correction table concerned, the approach, program, and record medium of the color correction table which can raise the continuity of the color correction of image data.

[0002]

[Description of the Prior Art] With color reproduction equipments, such as a scanner, a monitor, a printer, and a projector, since a color reproduction property changes with the difference between self-luminescence or reflection, the differences in a gradation style, the differences in primary color to be used, etc., the colors reproduced even if it inputs the same RGB value, a CMY value, or a CMYK value differ greatly. Therefore, in order to reproduce the same color with different color reproduction equipment, it is necessary to express in equipment the space of not depending [which can express a color regardless of the property of equipment] (Device-Independent), and to perform the so-called color management (Color Management) which determines that the actual amount of ink, a monitor RGB value, etc. will become the same in the space.

[0003] For example, in the case of a color printer, the Lab value calculated by the basis of assumption that it is the sRGB value whose RGB values, such as a scanner, a printer, and a monitor, are international standards, according to specification is calculated, and color conversion is carried out at the combination of the ink for reproducing a color which has a value nearest to the Lab value among colors reproducible by the printer. And it is common to enable it to reproduce a desired color by creating beforehand the color correction table (LUT) which performs this conversion by the lattice spacing of RGB defined beforehand, and performs color conversion of the amount of ink from a RGB value, and carrying it in a printer driver etc.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Generally the color reproduction property of a printer is determined by the property of an or [it uses the combination of what kind of ink to an input RGB value (this is called the "minute version" below)]. At this rate, since a version is designed so that various conditions may be fulfilled, in many cases, a discontinuous change of the amount of ink is accompanied by it. Therefore, the part from which the amount of ink changes to discontinuity exists, and the color correction table created as it was using the version property at this rate also surely becomes the cause by which gradation shakes. Moreover, if shakiness exists in a grid, since gross errors will occur in the linear interpolation performed in case it asks for the data in a grid, torsion of a color etc. is produced in such a case.

[0005] This invention makes it a technical problem to offer the generation method, the image processing system using the color correction table concerned, the approach, program, and record medium of color torsion of the image outputted, and the color correction table which can suppress a tone jump as much as possible by having been made in order to solve the above-mentioned trouble, correcting shakiness of the part version property, and raising the continuity of a color correction table.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In view of the above-mentioned technical problem, invention according to claim 1 is a color correction table generation method, and it is constituted so that a color correction table may be generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[0007] Invention according to claim 2 is an image processing system, and it is constituted so that an image processing may be performed using the color correction table generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[0008] Invention according to claim 3 is an image processing system according to claim 2, and said smoothing

extent performance index has a performance index based on the amount of torsion of the amount vector of ink before and behind the conversion on a color correction table, and is constituted.

[0009] Here, "the amount of torsion of the amount vector of ink before and behind the conversion on a color correction table" is the amount of torsion defined from the amount vector of ink between [adjoining all] grids in the amount space of ink expressed with the amount of ink after the conversion corresponding to each grid expressed with the input value (RGB) of a color correction table.

[0010] Invention according to claim 4 is an image processing system according to claim 2 or 3, and said smoothing extent performance index has a performance index based on the amount of torsion in Imagination CMY, and is constituted.

[0011] Here, "the amount of torsion in Imagination CMY" is the amount of torsion defined from the three-dimension vector between [said adjoining all / in the space (virtual CMY space) three-dimensions-ized by linear combination from the I-dimensional space (I is the number of ink) about the amount of ink] grids.

[0012] Invention according to claim 5 is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 4, and by amending torsion in both said amount space of ink, and said three-dimension-ized virtual CMY space, it is constituted so that it can twist holding the continuity of the space before and behind dimension compression and can amend.

[0013] Invention according to claim 6 is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 5, and said smoothing extent performance index has a performance index based on detached building extent from the target amount of ink, and is constituted.

[0014] Invention according to claim 7 is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 6, and said smoothing extent performance index has a performance index based on detached building extent from the target imagination CMY, and is constituted.

[0015] Invention according to claim 8 is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 7, and said smoothing extent performance index has a performance index based on extent which surpasses the amount limit of ink, and is constituted.

[0016] Invention according to claim 9 is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 8, and said smoothing extent performance index has a performance index based on the amount of ink having become negative, and it is constituted.

[0017] Invention according to claim 10 is an image processing system given in claim 2 thru/or any 1 term of 9, and said smoothing extent performance index has a performance index based on generating of ink, and is constituted.

[0018] Here, "the performance index based on generating of ink" is a function for evaluating whether in the color correction table before smoothing, ink is generated at the point that the amount of ink was zero from the first.

[0019] Invention according to claim 11 is constituted so that an image processing may be performed using the color correction table generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[0020] Invention according to claim 12 is a program for making a computer perform an image processing using the color correction table generated using the smoothing extent performance index for evaluating extent of smoothing in each lattice point data after the color conversion on a color correction table.

[0021] Invention according to claim 13 is a record medium in which reading [computer / which recorded the program according to claim 12] is possible.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0023] Drawing 1 is the functional block diagram of the color correction table generation equipment concerning 1 operation gestalt of this invention, and drawing 3 is the functional block diagram of the image processing system concerning 1 operation gestalt of this invention.

[0024] Hardware configuration drawing 2 shows the example of a concrete hardware configuration of these color correction table generation equipment and an image processing system with the outline block diagram.

[0025] In the operation gestalt concerned, the computer system is adopted as an example of the hardware which realizes color correction table generation equipment and an image processing system. Drawing 2 shows this computer system with the block diagram. As an image input device, this computer system is equipped with scanner 11a, digital still camera 11b, and video camera 11c, and is connected to the body 12 of a computer. The output has become possible at the body 12 of a computer by each input device generating the image data which expressed the image by the dot-matrix-like pixel, and this image data can express about 16,700,000 colors by displaying 256 gradation in the three primary colors of RGB, respectively here.

[0026] Floppy (trademark) disk drive 13a, hard disk 13b, and CD-ROM drive 13c as external auxiliary storage are

connected to the body 12 of a computer, the main programs of system relation are recorded on hard disk 13b, and reading of a suitably required program etc. is possible from a floppy disk, CD-ROM, etc. Moreover, modem 14a is connected as a communication link device for connecting the body 12 of a computer to an external network etc., it can connect with an external network through this public communication channel, software and data can be downloaded, and it can introduce. Although he is trying to access outside through the telephone line in modem 14a in this example, it is also possible to consider as the configuration accessed to a network through a LAN adapter. In addition, keyboard 15a and mouse 15b are also connected to actuation of the body 12 of a computer.

[0027] Furthermore, it has display 17a, color printer 17b, and projector 17c as an image output device. About display 17a, 800 pixels and a perpendicular direction are horizontally equipped with 600-pixel display area, and the 16,700,000 color specification mentioned above for every pixel is possible. it does not pass over this resolution to an example, but it is 640x480 pixels, or it is 1024x768 pixels -- etc. -- it can change suitably.

[0028] Moreover, color printer 17b is an ink jet printer, can attach a dot on a media slack print sheet using the color ink of four colors of CMYK, and can print an image. Although high density printings, such as 360x360dpi and 720x720dpi, are possible for an image consistency, about the gradation expression, they are 2 gradation expressions whether to attach color ink. Since it displays or outputs to an image output device on the other hand, inputting an image using such an image input device, a predetermined program will be executed within the body 12 of a computer. Among those, (operating system OS) 12a is working as a basic program, and projector driver 12d (not shown) to which the display by display driver (DSP DRV) 12b to which the display by display 17a is made to perform, printer driver (PRT DRV) 12c which makes a printout perform to color printer 17b, and projector 17c is made to perform is included in this operating system 12a. These drivers 12b, 12c, and 12d are dependent on the model of display 17a, color printer 17b, and projector 17c, and a current update is possible for them to operating system 12a according to each model. Moreover, the addition function beyond canonical processing can also be realized now depending on a model. That is, various kinds of additional processings within the limits permitted are realizable, maintaining the processing system communalized on the standard system action operating system 12a.

[0029] As a premise which executes such a program, the body 12 of a computer While CPU12e which is equipped with CPU12e, RAM12f, ROM12g, I/O12h, etc., and performs data processing uses RAM12f as a temporary work area or a setting storage region or uses it as a program field The basic program written in ROM12g is performed suitably, and an external instrument, an internal device, etc. which are connected through I/O12h are controlled.

[0030] Here, application 12d is performed on operating system 12a as a basic program. They will be various, will supervise actuation of keyboard 15a as an actuation device, or mouse 15b, and when operated, the application 12d contents of processing perform data processing which controls various kinds of external instruments appropriately, and corresponds, and further, a processing result will be displayed on display 17a, or they will output it to color printer 17b.

[0031] After acquiring image data by scanner 11a which is an image input device and performing the predetermined image processing by application 12d in this computer system, it is possible to carry out a display output to display 17a, and color printer 17b and projector 17c as an image output device.

[0032] In this operation gestalt, although the image processing system is realized as a computer system, not to necessarily need this computer system and what is necessary is just the system which needs the image processing according to this invention to the same image data. For example, you may be the system which the image processing system which performs the image processing by this invention in a digital still camera is incorporated [system], and makes a color printer print it using the image data by which the image processing was carried out. Moreover, in the color printer which inputs and prints image data through a computer system, it is also possible to constitute so that the image processing by this invention may be performed automatically and printing processing may be carried out to the image data inputted through a scanner, a digital still camera or a modem, etc.

[0033] In addition, naturally also in color facsimile equipment, color copy equipment, and various kinds of equipments treating image data called a projector, it is applicable.

[0034] With the gestalt which a computer 12 can read, the image-processing control program by image-processing control program this invention is recorded on record media, such as a floppy disk and CD-ROM, and usually circulates. The program concerned is read by media readers (CD-ROM drive13c, floppy disk drive 13a, etc.), and is installed in hard disk 13b. And it is constituted so that CPU may read a desired program from hard disk 13b suitably and desired processing may be performed. In addition, the image-processing control program by this invention itself constitutes a part of invention in this application.

[0035] In case color correction table generation equipment 20A shown in color correction table generation

equipment drawing 1 changes CMY image data into CMYKcm image data, it generates the color correction table which can raise the continuity of the color correction of image data. It is here and, for a Magenta and Y, yellow and K are [C / cyanogen and M / light cyanogen and m of black and c] light Magentas.

[0036] In drawing 1, color correction table generation equipment 20A is equipped with 20d of cost count sections, color correction table (LUT) smoothing section 20e, and 20f of color correction table (LUT) generation sections and color correction table (LUT) storing section 20b, and is constituted. About the detail of processing of each [these] component, it mentions later.

[0037] The color correction table generation processing program hereafter performed with reference to drawing 5 thru/or drawing 7 by color correction table generation equipment 20A shown in drawing 1 is explained.

[0038] The flow chart for explaining to drawing 5 processing by the color correction table generation equipment which changes CMY image data into CMYKcm image data is shown.

[0039] Computation of each cost (S22)

As shown in drawing 5, 20d of cost count sections of color correction table generation equipment 20A first performs computation of each cost of the function (a "performance index" is called hereafter) E for evaluating extent of smoothing in the data of each lattice point after the color conversion on a color correction table (grid) (S22). Hereafter, a performance index E is explained to a detail.

(1) Design a performance index E so that a smaller value can be taken by fulfilling a monograph affair to a certain grid in LUT. For example, when carrying out smoothing to the amount of ink, it is expressed like a bottom type as the sum of the cost term designed according to a monograph affair.

[0040]

$E = E_{it} + E_{vt} + E_s + E_v + E_d + E_n + E_{ob} + \dots$ (1) E_{it} is the cost of the amount of torsion of the amount vector of ink here. E_{vt} It is the cost of the amount of torsion in Imagination CMY. E_s It is the cost of separating from the target amount of ink. E_v It is the cost of separating from the target imagination CMY, and E_d is the cost when not filling the amount limit of ink, E_n is cost when the amount of ink becomes negative, and E_{ob} is the cost about generating of ink.

[0041] E_{it} and E_{vt} are the costs about torsion between the adjoining grids, by making such costs small, can make small torsion between the contiguity grids at the time of changing into CMYKcm from CMY, and can raise the continuity by the color correction of image data. Moreover, E_s and E_v are costs produced from the difference of the amount vector of ink before and behind smoothing, and are the cost about the vector difference of the amount of ink by the temporal response of the same grid. Furthermore, E_d , E_n , and E_{ob} are the costs for not exceeding a predetermined limit.

[0042] Below, each term is explained to a detail. However, it is necessary to not necessarily use no terms, and the term used if needed can be chosen. Moreover, a formula (1) is an example which performs smoothing to the amount vector of ink, and can be adapted similarly to other vectors (for example, Lab, XYZ, CMY, the vector of other various space).

(2) Generally express the cost term E_c of the performance index over the general form **** vector X of each term of a performance index E like a bottom type.

[0043]

[Equation 1]

$$E_c = \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{W}_1^t \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \\ \vdots \\ |\mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T)|^2 \end{array} \right. \quad \dots (2)$$

E_c is cost (Scala value) here. X It is the column vector which is the number X of elements, M is the matrix of $Y \times X$, and it is the transformation matrix which changes Vector X into vector $Y = M \cdot X$ of the number Y of elements set as the object of cost. Y_T It is the column vector which is the number Y of elements, W_1 is the column vector of the number Y of elements, and it is a vector showing the weight to the cost to each element of vector $Y - Y_T$. W_2 It is the matrix which expresses the weight to the cost to each element of vector $Y - Y_T$ with the diagonal matrix of $Y \times Y$, and t expresses transposition.

[0044] In the following explanation, the 1st formula of a formula (2) is called primary type formats, and the 2nd formula is called secondary type formats.

(3) Cost E_{it} (the amount vector space of ink) of the amount of torsion of the amount vector of ink
A certain grid p and the adjoining grid are set to pr (a "reference grid" is called hereafter). Moreover, grid with another Grid p and adjoining grid pr is set to pt (a "transition grid" is called below), and the grid which makes the still more nearly same physical relationship as the physical relationship of Grids p and pr with pt is set to ptr. Here, the amount vector of ink which each grid p, pr, pt, and ptr holds is set to I_p , I_{pr} , I_{pt} , and I_{ptr} , respectively.

[0045] The amount vector of ink which each grid holds is indicated to be the physical relationship of these grids to drawing 7. In drawing 7, when the difference vector of I_{pr} and I_p thinks that it changed to the difference vector of I_{ptr} and I_{pt} , "the amount of displacement of the difference vector before and behind transition" can be expressed as a difference vector of an error-due-to-curvature-and-refraction vector. Moreover, if transition distance is considered to be the difference magnitude of a vector of I_{pt} and I_p , "the amount of displacement of the difference vector before and behind transition per unit transition distance" can be calculated by doing the division of "the amount of displacement of the difference vector before and behind transition" in transition distance. It is defined as the amount of torsion of the amount vector of ink in Grid p by adding the square of the magnitude of this the "amount of displacement of the difference vector before and behind transition per unit transition distance" about all the grids p_r and p_t that adjoin Grid p. However, as long as p_r and p_t adjoin p and are [it is clear and] in it, they may be the same grid.

[0046] The amount of torsion of this amount vector of ink is made into cost, and is shown in a formula (3).

[0047]

[Equation 2]

$$E_{it} = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left| \frac{I_p + I_{p_r} - I_{p_r} - I_{p_t}}{D_t} \right|^2 \quad \dots (3)$$

In a formula (3), r is a certain p_r , t is a certain p_t , T is the number of p_t , and D_t is [R is the number of $p_r(s)$ and] the transition distance in t.

[0048] The amount of torsion of the amount of ink can be made small, so that Cost E_{it} is small.

[0049] Here, if a formula (3) is tested by comparison at 2nd ceremony of a formula (2), since it is not necessary to change the amount vector of ink into the vector of other space, M becomes a unit vector and is omissible. Moreover, since weight is not applied to each element, W_2 becomes a unit vector and can be omitted. X is I_p and Y is $I_{ptr} - I_{pr} - I_{pt}$. Since $1/D_t^2$ is a constant in certain t, the 2nd formula and formula (3) of a formula (2) have the same form.

(4) the cost E_{vt} of the amount of torsion in Imagination CMY — since conversion in the amount of ink is performed from RGB or the three-dimension space of CMY, if torsion is amended only in the amount space of ink, the conversion relation between RGB which is three-dimension space from the first, or CMY space and the amount space of ink which has the number of dimension I for several ink minutes may usually change nonlinear. In order to suppress this collapse to the minimum, if the amount amendment of torsion on the three-dimension space defined by the linear combination of the amount of ink is performed to the amendment on the amount space of ink, and coincidence, it will be thought that a more desirable result is obtained. The cost E_{vt} based on the amount of torsion in the three-dimension space (Imagination CMY is called below) defined by the linear combination of the amount of ink below is defined.

[0050] In each grid, I think that the virtual CMY vector is held completely like the case of E_{it} . At this time, the virtual CMY vector held in Grids p, p_r , p_t , and p_{tr} is set to ****, V_{pr} , V_{pt} , and V_{ptr} . Here, since linear combination of the element of the amount vector of ink is carried out with a coupling coefficient with a suitable virtual CMY vector, I of a formula (3) is transposed to V and the transformation matrix K of 3xI from the amount vector of ink to a virtual CMY vector (****= $K \cdot I_p$) can express the cost E_{vt} of the amount of torsion by Imagination CMY as a formula (4). However, I is the number of elements of the amount vector of ink.

[0051]

[Equation 3]

$$E_{vt} = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \left| \frac{K \cdot I_p + V_{p_r} - V_{p_r} - V_{p_t}}{D_{vt}} \right|^2 \quad \dots (4)$$

Here, D_{vt} is the transition distance in t and is the difference magnitude of a vector of the virtual CMY vector in Grids p and p_t .

[0052] Here, when a formula (4) is checked with the 2nd formula of a formula (2), it turns out like the case of a formula (3) that both have the same form.

(5) Supposing the amount vector I_p of ink in the cost E_s grid p of separating from the target amount of ink is an ideal vector (purpose), the amount vector I_T of ink will be considered that cost is large, so that the difference magnitude of a vector of I_p and I_T becomes large. This cost is set to E_s and it is shown in a formula (5).

However, W_s is the diagonal matrix of $I \times I$ and is a weight matrix over each element of the amount vector of ink.

[0053]

[Equation 4]

$$E_s = \left| \mathbf{W}_s \cdot (\mathbf{I}_p - \mathbf{I}_t) \right|^2 \quad \dots (5)$$

Also in a formula (5), it can check that it is the same form as the 2nd formula of a formula (2).

[0054] The ideal amount vector \mathbf{I}_t of ink will be unable to be known beforehand, and the near amount vector of ink and the amount vector of ink as another target will be considered according to an ideal condition.

(6) The virtual CMY vector **** in the cost E_v grid p of separating from the target imagination CMY presupposes that it is the virtual CMY vector \mathbf{V}_t an ideal vector, and E_v expresses it like a formula (6) like a formula (5) using a transformation matrix \mathbf{K} .

[0055]

[Equation 5]

$$E_v = \left| \mathbf{W}_v \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{V}_t) \right|^2 \quad \dots (6)$$

However, \mathbf{W}_v is the diagonal matrix of 3x3, and is a weight matrix over each element of a virtual CMY vector.

Too, a formula (6) is the same form as the 2nd formula of a formula (2).

[0056] This \mathbf{V}_t will also be impossible for the ideal virtual CMY vector being known beforehand, and will consider a near virtual CMY vector and the virtual CMY vector as another target according to an ideal condition. [as well as \mathbf{I}_t]

(7) the cost E_d when not filling the amount limit of ink -- it is the cost by exceeding limiting value with the sum total of those amounts of ink to the combination of various amount vector elements of ink. If the amount of ink is made [many / not much], ink bleeds, and since it is not desirable, it is considering as the candidate for evaluation.

[0057] If the transformation matrix from the amount vector \mathbf{I}_p of ink to the vector (henceforth, combination vector) \mathbf{D}_p showing the sum total of the combination of ink is set to \mathbf{N} ($\mathbf{D}_p = \mathbf{N} \cdot \mathbf{I}_p$) at this time and the vector which stored that limiting value is set to \mathbf{D}_L , when each element of the difference vector of \mathbf{D}_p and \mathbf{D}_L is forward, it will think that cost occurs. It will become a formula (7) if this is expressed with a formula.

[0058]

[Equation 6]

$$E_d = \begin{cases} \mathbf{W}_{d1} \cdot (\mathbf{N} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{D}_L) \\ \left| \mathbf{W}_{d2} \cdot (\mathbf{N} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{D}_L) \right|^2 \end{cases} \quad \dots (7)$$

Here, \mathbf{W}_{d1} is the column vector of the number D of elements, \mathbf{W}_{d2} is the diagonal matrix of number $D \times D$ of elements, and they are the weight vector which all expresses weight, and a weight matrix. At this time, each weight element of \mathbf{W}_{d1} and \mathbf{W}_{d2} can take 0 by the positive/negative of the element of the difference vector of \mathbf{D}_p and \mathbf{D}_L . However, D is the number of elements of a combination vector.

[0059] A formula (7) has primary type formats and secondary type formats, and when using, it chooses either. Moreover, it can check that primary type formats and secondary type formats have the same form for the formula (7) as compared with a formula (2).

(8) When each element of the amount vector \mathbf{I}_p of cost E_n ink when the amount of ink becomes negative is negative, suppose that cost becomes large. This is shown in a formula (8).

[0060]

[Equation 7]

$$E_n = \begin{cases} \mathbf{W}_{n1} \cdot \mathbf{I}_p \\ \left| \mathbf{W}_{n2} \cdot \mathbf{I}_p \right|^2 \end{cases} \quad \dots (8)$$

However, it is the weight vector of the number I of elements, \mathbf{W}_{n2} is the diagonal matrix of $I \times I$, and \mathbf{W}_{n1} is a weight matrix. Each weight element of \mathbf{W}_{n1} and \mathbf{W}_{n2} has negative magnitude, when each element of the amount vector \mathbf{I}_p of ink is a negative value.

[0061] A formula (8) chooses primary type formats or secondary type formats. Moreover, it can check that the part to which primary type formats and secondary type formats can abbreviate a formula (8) as compared with a formula (2) has the same form of a certain thing.

(9) When an element with the amount vector \mathbf{I}_p of cost E_{ob} ink about generating of ink must not hold a forward value, it is the cost generated when contrary to it. Since the visibility of a dot will become good and a granular

feeling will worsen if generating of ink becomes early, the cost concerned is made applicable to evaluation. This is shown in a formula (9).

[0062]

[Equation 8]

$$E_{ob} = \begin{cases} \mathbf{W}_{ob1}^T \cdot \mathbf{I}_p \\ \|\mathbf{W}_{ob2} \cdot \mathbf{I}_p\|^2 \end{cases} \quad \dots (9)$$

However, it is the weight vector of the number I of elements, \mathbf{W}_{ob2} is the diagonal matrix of $I \times I$, and \mathbf{W}_{ob1} is a weight matrix. An element with the amount vector \mathbf{I}_p of ink is forward, and when it must not have a forward value properly speaking [each weight element of \mathbf{W}_{ob1} and \mathbf{W}_{ob2}], it takes a forward value.

[0063] A formula (9) chooses primary type formats or secondary type formats. Moreover, it can check that the part to which primary type formats and secondary type formats can abbreviate a formula (9) as compared with a formula (2) has the same form of a certain thing.

[0064] After calculating each cost in (1) – (9) above, the following smoothing processings are performed.

[0065] Smoothing processing (S24)

As shown in drawing 5 next, color correction LUT smoothing section 20e of color correction table generation equipment 20A performs smoothing processing (computation of \mathbf{I}_p which makes a performance index E min) explained to a detail below (S24).

(1) Therefore, carrying out smoothing (smoothing) of the LUT in the outline grid p of LUT smoothing in Grid p is performed for making the performance index E of a formula (1) into min. Although the approach of the arbitration which makes the performance index E of a formula (1) min can be used, the following approaches are used with the operation gestalt concerned.

[0066] Each item in a formula (1) is shown in the form of the sum of a formula (3) – a formula (9). That is, all the terms of a performance index E are expressed with the 2nd [a maximum of] order to those elements including each element of \mathbf{I}_p . Furthermore, in the secondary case, it is the primary square and it surely turns out that it is a convex function. That is, a performance index E can take the minimum value by \mathbf{I}_p which makes equal to the zero vector the function which carried out the partial differential of the E about each element of \mathbf{I}_p .

[0067] As mentioned above, a formula (3) – a formula (9) serve as the same form as a formula (2) altogether. Here, the general format in the case of carrying out the partial differential of each item of a performance index E using a formula (2) by each term of \mathbf{I}_p (in the case of a formula (2), it is X) is shown. The case where the partial differential of the formula (2) is carried out by each term of X is shown in a formula (10).

[0068]

[Equation 9]

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \left(\frac{\partial E_c}{\partial X_1} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_x} \quad \dots \quad \frac{\partial E_c}{\partial X_X} \right)^T \\ &= \begin{cases} (\mathbf{W}_1^T \cdot \mathbf{M}) \\ 2(\mathbf{W}_2 \cdot \mathbf{M})^T \cdot \mathbf{W}_2 \cdot (\mathbf{M} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Y}_T) \end{cases} \quad \dots (10) \end{aligned}$$

Here, \mathbf{A} is the column vector of the number X of elements, and each element carries out the partial differential of the E_c with each element X_x of X . However, x is $x = 1, 2, \dots, X$ in the element number of Vector X .

(2) Like the partial-differential type (10) by the element of \mathbf{I}_p of a performance index E , when the partial differential of a formula (3) – the formula (9) is carried out with each element of \mathbf{I}_p , be as follows. Here, \mathbf{A}_{it} , \mathbf{A}_{vt} , \mathbf{A}_s , \mathbf{A}_v , \mathbf{A}_d , \mathbf{A}_n , and \mathbf{A}_{ob} show the column vector of the number I of elements which can be found by carrying out the partial differential of E_{it} , E_{vt} , E_s , E_v , E_d , E_n , and the E_{ob} with each element \mathbf{I}_{pi} of \mathbf{I}_p , respectively. However, i is the element number of Vector \mathbf{I}_p and is $i = 1, 2, \dots, I$.

[0069]

[Equation 10]

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{11} &= \left(\frac{\partial E_{11}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{11}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{11}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^R \frac{2}{D_i^2} (I_p + I_{pT} - I_{pT} - I_{p1}) \end{aligned} \quad \dots (12)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{12} &= \left(\frac{\partial E_{12}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{12}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{12}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^R \frac{2}{D_{12}^2} \mathbf{K}' \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p + \mathbf{V}_{pT} - \mathbf{V}_{pT} - \mathbf{V}_{p1}) \end{aligned} \quad \dots (13)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{13} &= \left(\frac{\partial E_{13}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{13}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{13}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= 2\mathbf{W}_{13} \cdot (\mathbf{I}_p - \mathbf{I}_T) \end{aligned} \quad \dots (14)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{14} &= \left(\frac{\partial E_{14}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{14}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{14}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= 2(\mathbf{W}_T \cdot \mathbf{K})' \cdot \mathbf{W}_T \cdot (\mathbf{K} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{V}_T) \end{aligned} \quad \dots (15)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{15} &= \left(\frac{\partial E_{15}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{15}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{15}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= \left\{ \begin{aligned} &(\mathbf{W}_{11}' \cdot \mathbf{N}) \\ &2(\mathbf{W}_{12} \cdot \mathbf{N})' \cdot \mathbf{W}_{12} \cdot (\mathbf{N} \cdot \mathbf{I}_p - \mathbf{D}_L) \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad \dots (16)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{16} &= \left(\frac{\partial E_{16}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{16}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{16}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= \left\{ \begin{aligned} &\mathbf{W}_{11} \\ &2\mathbf{W}_{12}^2 \cdot \mathbf{I}_p \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad \dots (17)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{17} &= \left(\frac{\partial E_{17}}{\partial I_{p1}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{17}}{\partial I_{p2}} \quad \dots \quad \frac{\partial E_{17}}{\partial I_{pT}} \right)' \\ &= \left\{ \begin{aligned} &\mathbf{W}_{11} \\ &2\mathbf{W}_{12}^2 \cdot \mathbf{I}_p \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad \dots (18)$$

It becomes the vector acquired when the sum total of a formula (12) – a formula (18) carries out the partial differential of the performance index E with each element of Ip. If it solves about Ip noting that this vector is the zero vector, Ip which makes E min can be calculated. Namely, [0070]

[Equation 11]

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(\mathbf{I}_p) &= \mathbf{A}_{11} + \mathbf{A}_{12} + \mathbf{A}_{13} + \mathbf{A}_{14} + \mathbf{A}_{15} + \mathbf{A}_{16} + \mathbf{A}_{17} \\ &= 0 \end{aligned} \quad \dots (19)$$

It means solving about Ip. However, f expresses with the form of a function the vector acquired by carrying out the partial differential of the E with each element of Ip, and 0 expresses the zero vector. Only the term corresponding to the term chosen in the formula (1) which is a performance index is used for each term of the 1st formula right-hand side of a formula (19).

[0071] Ip to which color correction LUT smoothing section 20e makes a performance index E min as mentioned above is calculated, and the smoothing processing concerned is ended.

[0072] As shown in smoothing processing (S25) drawing 5 of the whole LUT next, color correction LUT smoothing section 20e of color correction table generation equipment 20A performs smoothing processing of the whole LUT explained to a detail below (S25).

[0073] When what is necessary is to amend only Ip, without changing the amount vector of ink currently held in grids other than Grid p although smoothing processing of the whole LUT is performed, optimal Ip can be calculated by the above-mentioned approach. However, the amount vector of ink currently held in grids other than Grid p although smoothing processing of the whole LUT is performed in fact must also be amended. Then, smoothing of the whole LUT is performed by repeating carrying out sequential amendment of the amount vector of ink of each grid.

[0074] If it expresses with g amending the amount vector of ink in the condition n that there is a grid p, to the following condition (solving a formula (19) about Ip), generally the amendment is expressed like a formula (20).

[0075]

[Equation 12]

$$I_p^{n+1} = g(\dots, I_{p-1}^n, I_p^n, I_{p+1}^n \dots) \quad \dots (20)$$

In all grids, when amended by the condition n+1 from Condition n, in each grid, Cost E does not become small. In asking for a formula (20) like a formula (20), since the amount vector of ink of a condition n+1 is searched for about each grid based on the cost E in Condition n, it is because the cost E of a condition n+1 is not taken into consideration. That is, since it is the purpose to make cost small, although most grids are expected that the direction of the cost of a condition n+1 becomes small, they are not more absolute than the cost of Condition n. then, ** -- amendment to which amendment (S40) and ** cost become large by the formula (20) altogether is not carried out (S54), or the increment in to some extent small cost is permitted by the ** annealing method (S56), and it amends.

[0076] Next, with reference to the flow chart shown in drawing 6, the smoothing processing of the whole LUT shown in S25 of drawing 5 is further explained to a detail.

[0077] As shown in drawing 6, when smoothing processing of the whole LUT in S25 is started, 0 (zero) is set to n of a formula (20) (S30), and it is amount vector of ink I: [0078].

[Equation 13]

$$I_p^n$$

(p= 0, 1, --, P-1) are inputted (S32). Here, P expresses the number of grids.

[0079] Next, cost about the grid p in Condition n when it is judged whether it is n<N (S34) and it is n<N (S34, Y) : [0080]

[Equation 14]

$$E_p^n$$

Count of (p= 0, 1, --, P-1) is performed (S36), the amount vector of ink in the condition n that there is a grid p (p= 0, 1, --, P-1) is searched for using a formula (20), and Variable Count is set to P (S38).

[0081] Here, N expresses the count of smoothing and it is shown that the maximum of Condition n is N-1.

[0082] And in the case of the conditions of "amending no grids" (S40, N), p is set to 0 (zero) (S42), and it is judged whether it is p<P (S44).

[0083] And it is the case (S44, N) where they are not the case (S40, Y) of the conditions of "amending all grids", or p<P, and when Count is not 0 (zero) (S46, N), n+1 is set to n, the random-variable parameter for the annealing methods is made small (S48), and it returns to S34.

[0084] Cost about the grid [in / the case (S44, Y) of p<P / on the other hand / a condition n+1] p : [0085]

[Equation 15]

$$E_p^{n+1}$$

It ***** (S50) and is [0086].

[Equation 16]

$$E_p^{n+1} < E_p^n$$

It comes out and it is judged whether it is or not (S52). and in more than the cost about the grid p in Condition n (S52, N), the cost about the grid p in a condition n+1 It is judged whether they are the conditions of "not amending if cost is not small" (S54). When not agreeing on the conditions of "not amending if cost is not small" in S54 (S54, N), it is judged whether they are the conditions of "permitting the amendment using the annealing method" (S56).

[0087] And the amount vector of ink about the grid [in / the case (S56, N) of the conditions of "not permitting the amendment using the annealing method" / Condition n] p when applied to the conditions of "not amending if cost is not small" (S54, Y) : [0088]

[Equation 17]

$$I_p^n$$

The amount vector of ink about the grid p in a condition n+1 : [0089]

[Equation 18]

$$I_p^{n+1}$$

A variable (Count-1) is set to Count, while it is alike and setting (S60).

[0090] And when the cost about the grid p after S60 or in a condition n+1 is smaller than the cost about the grid p in Condition n (S52, Y), in the case of the conditions of "permitting the amendment using the annealing method" (S56, Y), (p+1) is set to p (S58), and it returns to S44.

[0091] On the other hand, when it is not n<N in S34 (S34, N), or when Count is 0 in S46 (S46, Y), it is amount vector of ink: [0092].

[Equation 19]

$$I_p^{n+1}$$

(p= 0, 1, --, P-1) are outputted (S62), and processing is ended.

[0093] And return and a color correction table are generated by S26 of drawing 5 after smoothing processing (S25) of the whole LUT (S26), and the generated color correction table concerned is stored in color correction LUT storing section 20b (S28).

[0094] The color correction table which can raise the continuity of the color correction of image data as mentioned above is generable.

[0095] In image processing system drawing 3, image processing system 20B performs a desired image processing to RGB image input data, and outputs the image data concerned by which the image processing was carried out to the image output unit 30.

[0096] Here, separating the color of a color picture for every predetermined element color, strength is expressed for every element color of the, image data is a chromatic color, and when it mixes by the predetermined ratio, it consists of the achromatic color and black which are represented by gray.

[0097] The operation gestalt concerned explains the case where the color printer for which an image output unit uses the ink of six colors of C(cyanogen) M(Magenta) Y(yellow) K(black) c(light cyanogen) m (light Magenta) performs color reproduction based on RGB data.

[0098] 20d of color transducers from which image processing system 20B changes RGB image data into CMY image data, Color correction LUT storing section 20b which stores at least the color correction table generated by color correction table generation equipment 20A, The color correction table (LUT) chosen by color correction LUT selection section 20c was read from color correction LUT storing section 20b, and it has color correction section 20a which changes CMY data into CMYKcm data with reference to the read color correction LUT concerned.

[0099] Next, with reference to drawing 4, actuation of image processing system 20B is explained.

[0100] If the predetermined color correction LUT is chosen while image output initiation (step 70) is directed by the user as shown in drawing 4 (step 72, Yes), the predetermined color correction LUT concerned will be read from color correction LUT storing section 20b, and will be read in RAM (step 74). And the color correction LUT concerned is included in color correction section 20a (step 76), with reference to the three-dimension color correction LUT, by the interpolation operation, an image processing is performed and image output processing is performed (step 78).

[0101] If the color correction table which can raise the continuity of the color correction of the image data generated by color correction table generation equipment 20A in step 72 is chosen according to the image processing system by the operation gestalt concerned, since color correction will be made using the color correction table concerned, it can prevent gradation shaking after color correction.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the functional block diagram of the color correction table generation equipment concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the outline block diagram showing the example of a concrete hardware configuration of the color correction table generation equipment by this invention, and an image processing system.

[Drawing 3] It is the functional block diagram of the image processing system concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is a flow chart for explaining actuation of image processing system 20B.

[Drawing 5] It is a flow chart for explaining processing by color correction table generation equipment.

[Drawing 6] It is a flow chart for explaining smoothing processing of a color correction table.

[Drawing 7] It is drawing for explaining the definition of the amount vector of torsion of the amount of ink.

[Description of Notations]

11a Scanner

11b Digital still camera

11c Video camera

12 Body of Computer

12a Operating system

12b Display driver

12c Printer driver

12d Application

13a Floppy disk drive

13b Hard disk

13c CD-ROM drive

14a Modem

15a Keyboard

15b Mouse

17a Display

17b Color printer

17c Projector

20A The 1st color correction table generation equipment

20B Image processing system

20a Color correction section

20b Color correction LUT storing section

20c Color correction LUT selection section

20d Cost count section

20e Color correction LUT smoothing section

20f Color correction LUT generation section

[Translation done.]

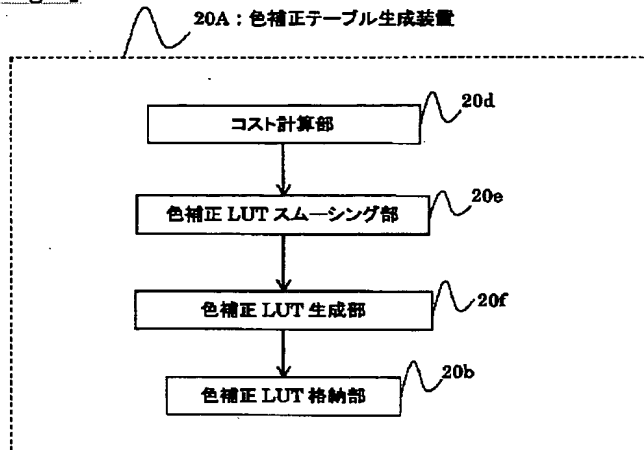
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

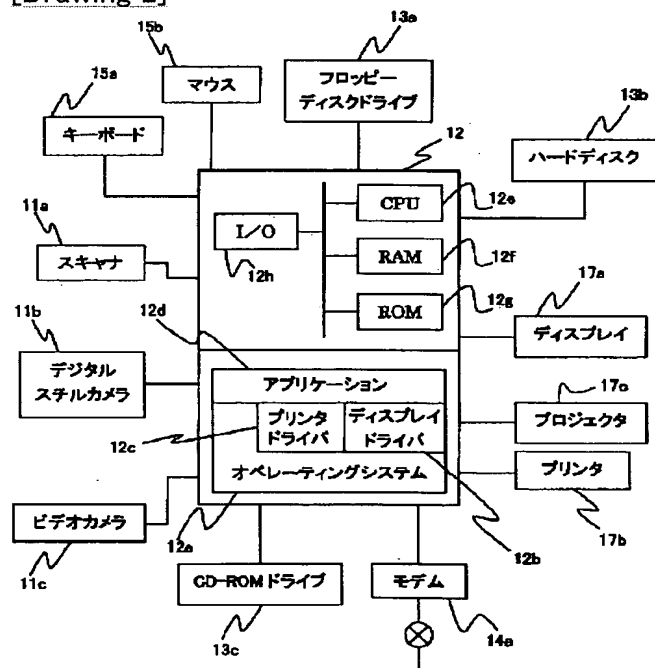
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

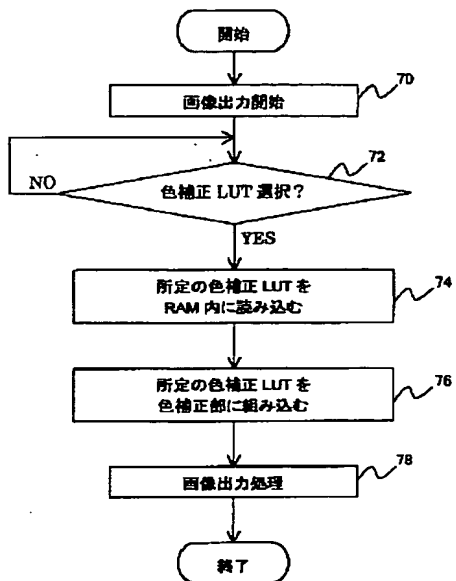
[Drawing 1]



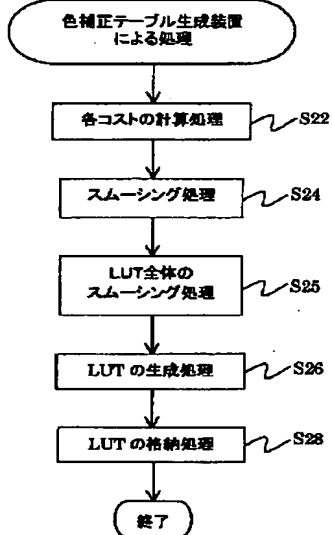
[Drawing 2]



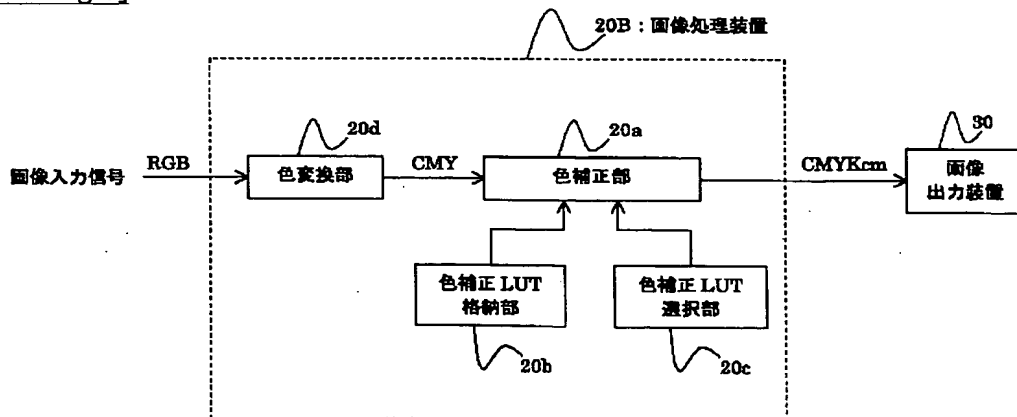
[Drawing 4]



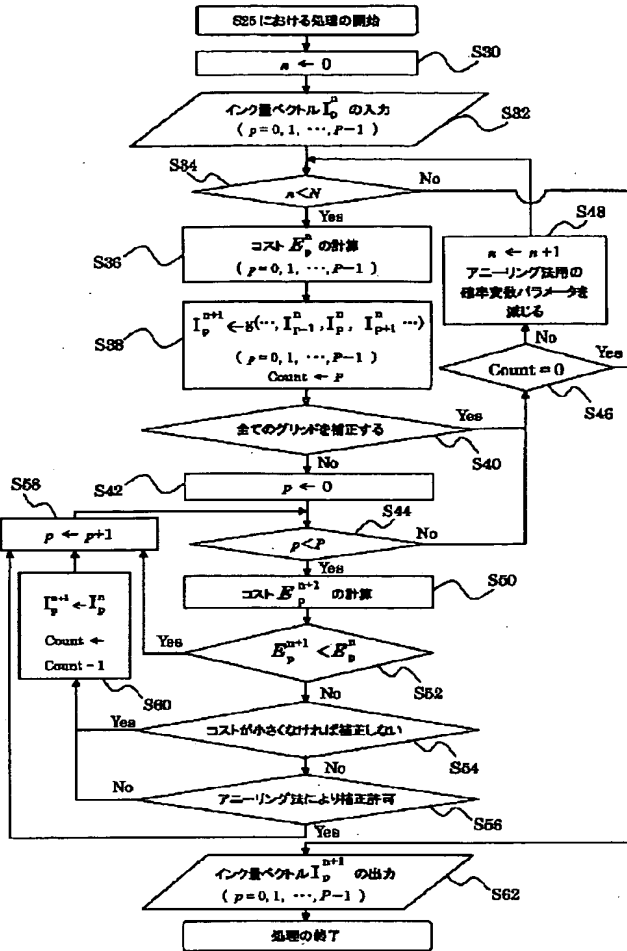
[Drawing 5]



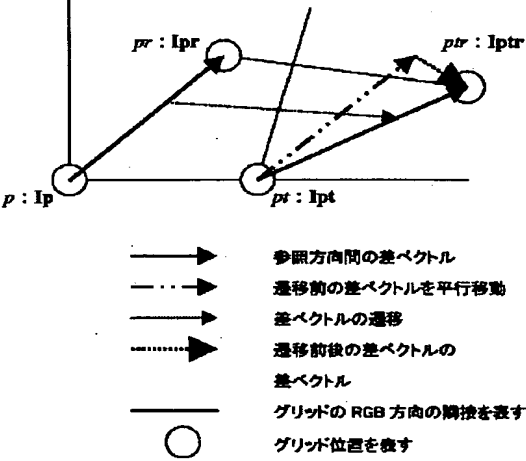
[Drawing 3]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]